

**УДК 621.3.087**

*О.В. Токаренко, студент гр. ПА-91мп, к.т.н., доц. Богомазов С.А.*

КПІ ім. Ігоря Сікорського

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕРЕЖЕВОЇ СИСТЕМИ ЗБОРУ ДАНИХ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ COAP**

**Анотація.** В даній статті розглянуто особливості використання спеціалізованого Web-протоколу CoAP(Constrained Application Protocol) для реалізації розподіленої системи збору даних та її програмного забезпечення. Застосування протоколу CoAP зменшує вимоги до пропускної здатності мереж, що дозволяє використовувати низькошвидкісні модемні з'єднання. Особливістю розробленої системи є можливість перенесення ресурсоемних операцій на рівень "хмарних" сервісів.

**Ключові слова:** система збору даних, протокол CoAP, Інтернет речей.

### **ВСТУП**

Інтернет речей (Internet of Things, IoT) – це концепція обчислювальної мережі фізичних об'єктів («розумних речей»), оснащених вбудованими технологіями для мережевої взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем. Ці «речі» постійно генерують величезну кількість даних, мають обмежений енергоресурс, невеликий обсяг пам'яті і невисоку потужність, тому в роботі з ними важливо забезпечувати низькі енерговитрати, використовувати передачу повідомлень малого обсягу.

Актуальним напрямом вирішення цієї проблеми є мікроконтролерна реалізація спеціалізованих Web-технологій, спрямованих на передачу вимірювальної інформації через Інтернет в умовах обмежених обчислювальних ресурсів вбудованих систем, зокрема спеціалізованого Web-протоколу передачі даних CoAP (Constrained Application Protocol).

Метою роботи є розробка розподіленої системи збору даних та її програмного забезпечення для передачі, зберігання та обробки вимірювальної інформації на базі спеціалізованого протоколу CoAP та JavaEE Web-додатку з використанням хмарних технологій.

### **МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

CoAP – це програмний протокол, призначений для використання у простих електронних пристроях, що дозволяє їм обмінюватися інформацією в інтерактивному режимі, використовуючи мережу Інтернет. CoAP є протоколом прикладного рівня, який призначений для використання в пристроях з обмеженими ресурсами. Часто використовується для невеликих датчиків малої потужності, комутаторів та інших пристроїв, до яких потрібен віддалений доступ через мережу [1].

Протокол CoAP побудовано аналогічно до протоколу HTTP, але на відміну від останнього він базується на бінарному а не текстовому форматі повідомлень. CoAP створено на основі HTTP протоколу щоб спростити інтеграцію з мережею Інтернет, в той же час цей протокол простий у реалізації та має дуже малі накладні витрати.

Структура протоколу розроблена у відповідності з REST-архітектурою. CoAP може працювати на більшості пристроїв, які підтримують протокол UDP або аналог цього протоколу. CoAP базується на обміні компактними

повідомленнями, що за замовчуванням передаються за допомогою UDP дейтаграм. CoAP також може працювати з використанням DTLS (Datagram Transport Layer Security), SMS, TCP або SCTP.

CoAP використовує механізми подібні до HTTP – GET, PUT, POST, DELETE та інш. Таким чином використовується Web-стиль програмування додатків, але в набагато полегшеній реалізації, що важливо для пристроїв з обмеженими ресурсами. CoAP повідомлення кодуються в простому бінарному форматі. Заголовок CoAP повідомлення складає лише 4 байти, що вигідно відрізняє його від інших протоколів. Це дозволяє на порядок зменшити розмір службової інформації порівняно з протоколом HTTP [2].

Розроблена демонстраційна система збору даних на основі протоколу CoAP складається з сенсорних вузлів, CoAP-сервера і сервера додатків JavaEE з СУБД PostgreSQL. Для реалізації сенсорних вузлів було використано мікроконтролер MSP430G2553, що відрізняється ультранизьким енергоспоживанням. В сенсорному вузлі реалізовано три вимірювальних канали для наступних параметрів: температури, зовнішньої аналогової величини (постійна напруга від 0В до 2,5В) та напруги живлення мікроконтролера. Для збору і передачі даних від вимірювальних каналів в ролі CoAP-сервера використовувався одноплатний комп'ютер Raspberry Pi. Програмне забезпечення розроблено для запуску у віртуальній машині Java. Такий підхід дозволив отримати програмне рішення, що не залежить від архітектури. Для обміну даними за протоколом CoAP використано бібліотеку Californium, для передачі даних через UART – бібліотеку jssc.

Запит типу GET coap://"доменне ім'я:порт"/.well-known/core повертає xml-відповідь, яка містить перелік URI усіх ресурсів, що відповідає принципам REST архітектури [3]. Приклад переліку ресурсів наведено на рис.1.

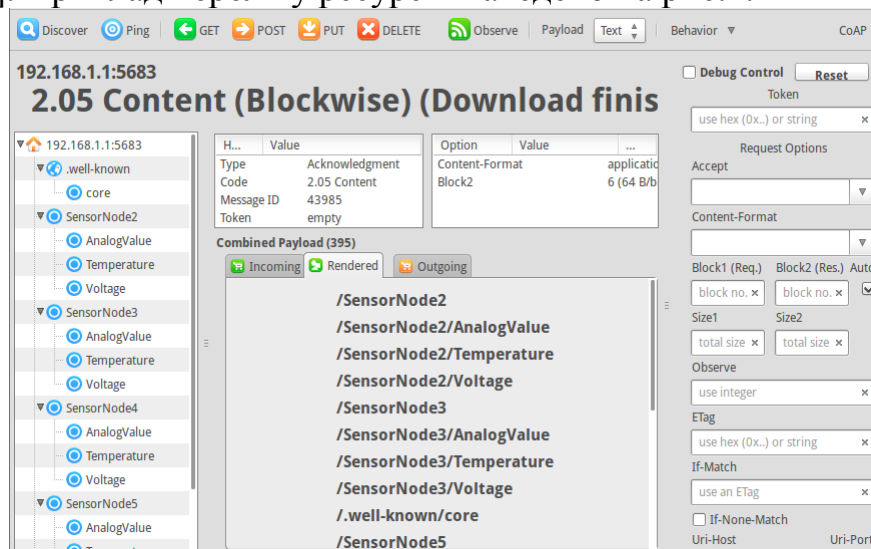


Рисунок 1. Перелік ресурсів сенсорних вузлів

В якості cloud платформи було використано Amazon Web Services – Elastic Cloud 2. За допомогою налаштування конфігурації iptables реалізовано можливість обміну даними як за протоколом HTTP з Web-сервером, так і за протоколом CoAP. Для зв'язку CoAP-сервера та Web-сервера було використано з'єднання PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol). При ввімкненні живлення

одноплатний комп'ютер Raspberry Pi автоматично встановлює підключення до Інтернету через CDMA модем, створює тунельоване з'єднання та виконує запуск CoAP-сервера. Структура системи наведена на рис.2.

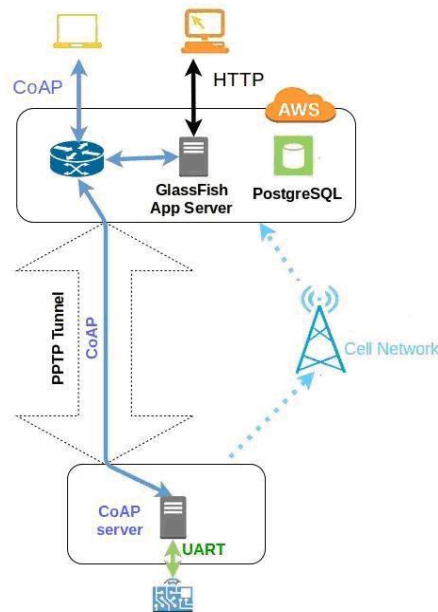


Рисунок 2. Структура мережевої системи збору даних

Пакетна структура розробленого програмного забезпечення містить п'ять пакетів: \*.entity – містить класи сутності, які відповідають предметній області; \*.dao – містить класи, що слугують для збереження або отримання даних з БД; \*.logic – реалізує основну логіку додатку, а саме збір експериментальних даних за протоколом CoAP та їх збереження; \*.util – містить допоміжні класи; \*.web – містить класи, які відповідають за обробку запиту та формування відповіді на запит.

## ВИСНОВКИ

Було розроблено структуру та організовано взаємодію компонентів розподіленої системи збору експериментальних даних на основі протоколу CoAP. Застосування цього протоколу зменшує вимоги до пропускної здатності комунікаційного каналу. Це дозволяє використовувати низькошвидкісні модемні з'єднання. Особливістю розробленої системи є перенесення ресурсоємних операцій на рівень “хмарних” сервісів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Z. Shelby, K.Hartke, and C. Bormann, The Constrained Application Protocol (CoAP). RFC 7252, 2014. [Online]. Available: <http://www.rfc-editor.org/info/rfc7252>. Accessed on: June 1, 2018.
- [2] В. Гойхман, и А. Савельева, «Протокол Интернета вещей CoAP», Технологии и средства связи, № 4, с.20-24, 2017.
- [3] Z. Shelby, Constrained RESTful Environments (CoRE) Link Format. RFC 6690, 2012. [Online]. Available: <http://www.rfc-editor.org/info/rfc6690>. Accessed on: June 1, 2019